

区間回帰分析による豚肉需要の弾力性の計測

金 相旭・・ 宋 鎮祐・・ 笠原浩三・・・

平成10年6月26日受付

(*鳥取大学大学院連合農学研究科・**鳥取大学農学部外国人研究員・***鳥取大学農学部情報科学)

An Estimation of the Pork Demand Elasticity by the Interval Regression

Sang-ouk Kim *, Jin-woo Song ** and Kozo Kasahara ***

* *The United Graduate School of Agricultural Sciences, Tottori University, Tottori, 680-8553, Japan*

** *The Foreign Fellowship, Faculty of Agriculture, Tottori University*

*** *Department of Agricultural Information Science, Faculty of Agriculture, Tottori University*

In this paper, we attempt to show the pork demand elasticity by the interval regression model. The analyzing methods of demand function were estimated by cobb-douglas function as useful; but this method was not a good enough when the demand function changed as a long term period. For the reason, a lot of flexible demand functions were approached such as Rotterdam Model, Almost Ideal Demand System, et al. And most of the method are so called as probability modeling system. And, when the demand function is analyzed by the regression model, parameters are mostly estimated by probability modeling system. The probability model is express on single equation relation between input and output. The goodness of fitting on estimated line is express on estimation error and coefficient of determination. But we have to consider that data is a real thing on real time. So, we have to consider that possibility modeling estimate methods are useful for economics and society relation analysis.

In this study, we used the interval regression model, one of the fuzzy linear regression model, for pork demand function. The parameters are estimated by interval widths instead of estimation error and coefficient of determination, and are compared to the parameters by OLS method analysis. The estimated time is a long term as from 1956 to 1995.

(Received 26 June 1998)

Key words: fuzzy leaner model, interval regression, ordinary least square, parameter interval width, pork demand elasticity, possibility model, probability model

緒 言

近年、生鮮肉の消費量と価格は年次の経過に伴って大きな変化をみせているが、こうした経済環境の変化に伴

う消費者の食料需要の反応分析に広く利用されている計量的概念が弾力性である。需要の弾力性分析は、計測した回帰係数が弾力性を表し、さらにその回帰係数が計測期間中どの時点でも一定ということに長所があるコブ＝

ダグラス (Cobb-Douglas) 型関数形が需要の計測に広く利用されてきた。しかし、需要構造が長期間にわたって不断に変化を続けるとする場合には、何らかの考え方の改善が必要となる。こうしたことから食料消費構造の変化に対する様々な需要分析の方法が研究されてきた。一般的な需要分析の多くは、いわゆる確率モデルが基礎になっており、入出力関係が明確な一つの関数関係として捉え、与えられたデータと得られた推定値の不一致の差を観測誤差と見なし、観測誤差が正規分布するという仮定がなされている。しかし計測に際しては、与えられたデータは現実に生起している実際値であり、データはすべて現実に起こり得たものである。

これに対して入出力関係を明確な関数関係として捉えず、一定の幅を持たせたファジー関係とみなす方法が考えられている。すなわち、与えられたデータはすべて可能性を表すものと仮定した上で、観測誤差概念の代わりに、計測モデルの係数を区間数とする区間回帰モデルを同定する。かくして本研究では、計測に幅の概念を取り入れた区間回帰モデルを豚肉の消費構造および弾力性分析に適用し、従来の弾力性を幅のない線の概念として計測する方法に対して、一定の幅をもたせた面の概念として捉えた消費者の価格反応、所得反応について考察することを目的とする。

本稿では、まず、食料 (生鮮肉) 需要分析の計量的分析手法の理論的背景を検討する。次に、区間回帰分析モデルを説明し、生鮮肉の消費や価格の変化などを検討する。さらに、豚肉の需要の弾力性を通常の重回帰線形モデルを用いて計測する。最後に、区間回帰線形モデルによる計測を行い通常の回帰分析の結果と比較検討し、可能性モデルとしての区間回帰モデルの適用性を考察する。

理論的背景

これまで、食料の需要分析は食料全体あるいはサブグループを対象に行われてきた。これらの需要分析は Sasaki [11] らによって線形支出体系を中心に分析されてきた。これらの分析は加法的嗜好を仮定して理論上、下級財・補完財が排除された点があったが、自己価格弾力性と支出弾力性との比例関係が見いだされた。このような困難を克服するものとして、ロツテルダム・モデル、Almost Ideal Demand System、トランスログモデル等、需要の変化を多様な形で効率的に推定できるフレキシブルな理論的な需要体系が研究されてきた [2]。

そのうち、佐々木は線形支出体系の推計結果をもとに 1956-70 年について食料 11、非食料 1 の中分類 12 品目につい

て、需要予測の多様なアプローチの方法として、ロツテルダム・モデルを適用して、二財間の食料需要の支出シェアの変化のネット・フローを実質所得の変化、相対価格の変化、残差部分に分け分析し食料支出構成の変動メカニズムを明らかにし、とくに、所得が説明要因として重要であることを指摘した。そこでは豚肉の所得弾力性値は 1.293、豚肉の価格弾力性値は -1.532 であった [11]。

そして、澤田 [12] は、食肉間の相互依存関係を明らかにするために、ロツテルダム・モデルのサブシステムを適用した。これは、1956-70 年の「家計調査年報」と単位価格を用いて牛肉、豚肉、鶏肉、魚肉、間の相互依存関係を計測した。この結果は牛肉・豚肉の間には最も代替関係が大きく、次に豚肉・魚肉、豚肉・鶏肉、鶏肉・魚肉の順になっていることを明らかにした。すなわち、ロツテルダム・モデルは生鮮肉の需要分析に多様な変数の適用として試みられた分析方法であった。

さらにその後、澤田・澤田 [13] らによって、AIDS の線形近似モデルによる家計生鮮肉消費体系分析等が行われ、生鮮肉類に関して一般性のある構造変化仮説を組み込んだ需要体系モデルを 1970 年から 1991 年までの期間に対して家計の生鮮肉需要の安定性を分析した。その結果、家計の生鮮肉需要構造は、1970 年中頃から 1991 年にかけて漸進的に変化してきたと考えた。ここで、牛肉の需要の弾力性は牛肉の価格に対して、構造変化前は -1.06、構造変化後は -0.46 水準を、豚肉の需要は豚肉の価格に対して、構造変化前は -0.68 水準を、構造後は -0.05 水準を示し、構造変化は牛肉、豚肉の需要をともに一層非弾力的に変化してきたことを指摘している。さらに、品目間の代替財関係が薄くなっていることを提示した。

さらに、澤田・澤田 [13] では、消費者の嗜好シフトを考慮にいたれた需要体系をモデルによって肉類需要の構造変化の有無について検討し、その結果、かなり長い期間にわたって漸進的に構造変化が行われてきたことを明らかにした。

その他に、門間 [6] は動学的需要モデルを用いて、Iterative Maximum Likelihood (IML) 法による牛肉の需要関数の推計を行った。その結果によると牛肉需要の牛肉の価格弾力性は -1.1662、豚肉の価格弾力性は 0.2003、消費支出弾力性は 1.4906 の水準を表している。この方法はモデルの決定係数を最大化する工夫をした推計方法である。このモデルの推計期間は 1959 年から 1991 年までの期間であった。

さらに、最近では Mori and Lin [7] により、牛肉の品質を和牛、乳牛、輸入牛に分け肉類全体について条件つき AIDS モデルを利用して分析し、輸入牛肉と国産和牛、乳牛との代替可能性が弱いことを示した。それらの

食料需要分析で利用したデータのほとんどは「家計調査年報」、「消費者物価指数年報」のデータである。

以上、これらの需要分析では、いわゆる確率モデルを基礎に分析している。そして、与えられたデータはすべて可能性を表すものと仮定し、可能性を取り入れた可能性分析モデルを農産物の需要分析に適用するため、可能性モデルの特性と実際に分析に利用されたものを考察している。

可能性モデルとして幅広く適用され始めている区間回帰モデルは、1965年 Zadeh [16] によってファジー集合概念として提案されて以後、現在では理論面のみならず応用面においてもさまざまな分野で利用されるようになってきている。近年では、ファジー理論の立場から、田中 [15]、坂和 [9] によって回帰分析の分野にファジー線形回帰の概念が導入されるまでに至っている。とくに田中 [15] によるとファジー線形回帰分析では、観測データとモデルの間のずれは、入出力関係を表すシステム構造自体のあいまい性によるものと仮定されている。そして、確率モデルによる回帰分析の代わりに、可能性モデルによる回帰分析の定式化を提案し、独自のモデルを構築した。

さらに、浅野ら [1] によりファジー可能性回帰分析のファジー係数の幅について、可能性回帰分析を実施する場合、種々のデータについて実際に得られるそれぞれのデータに対するファジー係数の中心値は、同じデータを用いて重回帰分析を行って得られる係数の値と、似通ったものになったことを示している。一方、坂和 [9.10] は豚肉の需要関数同定問題にファジー線形回帰分析を適用した。満足度65%の時のファジー線形回帰モデルの推計結果は豚肉の実質価格の減少、牛肉の実質価格の上昇、及び、実質消費支出の上昇に伴って、豚肉需要量が増加する結果を示した。

さらに、最近では笠原ら [4]、宋ら [14] によりファジーゲーム理論による小規模農家の出荷計画や、ファジー可能性計画による畑作複合経営におけるファジー線形計画分析が行われ、ファジー理論が農業経営計画の意志決定過程の多くのあいまい性を有効に取り扱うことができることを実証的に検討した。

以上、食料需要の分析は様々な方法で分析が行われていることを概観した。以下ではそれらの理論的背景を参考に主にエンジニアリングやメカニク分野に適用されている可能性モデル、特に区間回帰線形モデルを年度の変化に伴う消費者の需要反応について、生鮮肉の構造変化を考察するとともに豚肉の弾力性計測を行い、確率分析モデルとの比較検討を試みることにする。

区間回帰分析モデル

区間回帰分析では、回帰係数が区間である区間回帰モデルが用いられる。基本的な考え方はファジー回帰分析と同じである。ここでは、区間回帰分析を行う時、必要となる区間回帰演算と区間の概念について簡単に述べた後、実際のデータを用いて分析を行う [7]。区間算は区間解析とも呼ばれ、数値計算の結果の誤差を厳密に評価するために生まれている。

まず、実数を英小文字 a, b, c, \dots, z で、区間を英大文字 A, B, C, \dots, Z で表すことにする。通常、区間はその左端 (Left Limit) と右端 (Right Limit) を用いて次のように記述される。

$$A = [a_l, a_r] = \{a \mid a_l \leq a \leq a_r\} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 a_l と a_r は、区間 A の左端と右端である。すなわち、式(1)は、区間 $A = [a_l, a_r]$ が a_l 以上 a_r 以下の実数の集合であることを示している。また、同じ区間を、中心 (Center) と中心から両端までの幅 (Width) を用いて次のように表記する。

$$A = \langle a_c, a_w \rangle = \{a \mid a_c - a_w \leq a \leq a_c + a_w\} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 a_c と a_w は、区間 A の中心 (Center) と幅 (半径: Radius) である。式(1)と式(2)の表記法の間には次の関係がある。

$$a_c = (a_r + a_l) / 2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$a_w = (a_r - a_l) / 2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

区間回帰分析では、区間回帰モデルと与えられたデータとの間の包含関係が重要である。通常の集合に対する包含関係と同様に、区間に対する包含関係が次のように定義される。

$$a \in A \Leftrightarrow a_l \leq a \leq a_r \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$A \subseteq B \Leftrightarrow b_l \leq a_l, a_r \leq b_r \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$A \cap B \neq \phi \Leftrightarrow a_l \leq b_r, b_l \leq a_r \quad \dots\dots\dots (7)$$

そして、区間に対する演算が、区間に含まれる実数の計算によって定義されているので、区間回帰分析では、区間の和と区間の実数倍が区間回帰計算に用いられる。すなわち、区間回帰分析では、中心と幅による区間表示が用いられることが多い。ここでの区間回帰分析にもこの方法を踏襲することとする。そして、区間回帰分析では、回帰モデルとして、次のような区間線形回帰モデルが用いられる。

$$Y(x_p) = A_0 + A_1 x_{p1} + \dots + A_n x_{pn} \quad \dots\dots\dots (8)$$

第 1 表. 家計収入および畜産物の消費量と価格

年度 (西暦)	世帯人数 (人)	実収入 (円/世帯)	牛肉消費量 (100g)	牛肉価格 (円/100g)	豚肉消費量 (100g)	豚肉価格 (円/100g)
1956	4.61	30,776	90.64	36.68	40.24	38.73
1958	4.58	34,664	90.34	40.46	50.74	39.08
1960	4.49	40,859	88.01	56.65	57.66	52.68
1962	4.29	50,817	82.34	62.42	91.12	49.40
1965	4.26	65,141	83.61	74.09	87.97	65.61
1967	4.15	78,725	60.40	101.65	129.67	64.79
1970	3.90	112,949	67.82	121.52	140.03	82.09
1972	3.96	138,580	77.08	140.80	158.41	90.47
1975	3.89	236,152	77.84	238.50	182.16	138.52
1977	3.82	286,039	83.90	272.70	194.50	146.37
1980	3.82	349,686	91.53	309.34	208.67	137.20
1982	3.78	393,104	98.54	314.30	196.61	150.15
1985	3.71	444,846	98.18	319.04	184.21	148.12
1987	3.67	460,613	104.24	318.30	182.33	137.11
1990	3.56	521,757	108.16	328.85	172.87	141.27
1992	3.53	563,855	114.37	315.60	165.65	145.26
1995	3.45	570,818	123.10	350.10	161.20	148.00

注 1) 単位数量は 100g 当たり, 価格は円(1990 年基準)である。
 2) 都市勤労者世帯の家計(人口 5 万人以上都市の平均)が対象である。
 3) 資料出典: 総務庁統計局『家計調査年報』。

ここで, 区間係数 A_i は区間を表し, その結果, 回帰モデルにより推定された出力値 $Y(x_p)$ も区間となる。このように, 回帰モデルそのものに幅があるという点が, 通常の回帰分析と区間回帰分析の大きな違いである。

区間係数 A_i を $A_i = \langle a_{ic}, a_{iw} \rangle$ と示すことにすれば, 区間線形回帰モデルは次のように表される。

$$Y(x_p) = A_0 + A_1x_{p1} + \dots + A_nx_{pn} \\ = \langle a_{ic}, a_{iw} \rangle + \langle a_{1c}, a_{1w} \rangle x_{p1} + \dots + \langle a_{nc}, a_{nw} \rangle x_{pn} \\ = \langle y_c(x_p), y_w(x_p) \rangle \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$y_c(x_p) = a_{ic} + a_{1c}x_{p1} + \dots + a_{nc}x_{pn} \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$y_w(x_p) = a_{iw} + a_{1w} | x_{p1} | + \dots + a_{nw} | x_{pn} | \quad \dots\dots\dots (11)$$

次は, 実数データに対する定式化を試みることにする。実数データ $(x_p; y_p), p = 1, 2, \dots, m$ が与えられた場合での区間回帰分析の基本的問題は, 与えられたすべてのデータ点を包含するような幅最小の区間線形回帰モデルを求める問題である。すなわち,

$$y_p \in Y(x_p), p = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots\dots (12)$$

という制約のもとで, 区間線形回帰モデルによる推定区間 $Y(x_p)$ の幅 $y_w(x_p)$ の総和を最小化する問題である。この問題は, 以下のような線形計画問題として定式化することができる。実数データに関する線形計画問題は次のようである。

目的関数: $\sum y_w(x_p) \rightarrow$ 最小化

$$\text{制約条件: } y_c(x_p) - y_w(x_p) \leq y_p, p = 1, 2, \dots, m \\ y_c(x_p) + y_w(x_p) \geq y_p, p = 1, 2, \dots, m \\ a_{iw} \geq 0, i = 0, 1, \dots, n$$

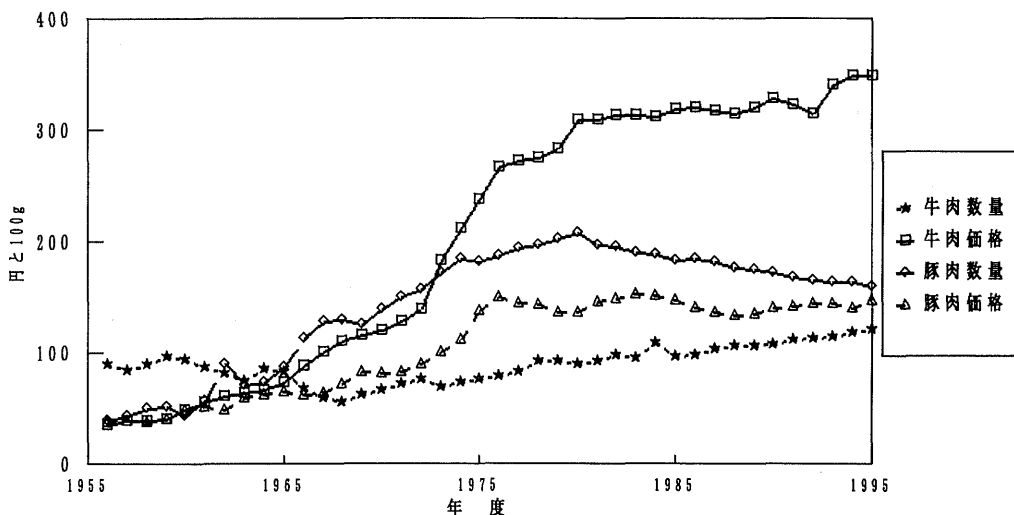
決定変数: $a_{ic}, a_{iw}, i = 0, 1, \dots, n$

目的関数は, 区間線形回帰モデルによる推定区間 $Y(x_p)$ の幅 $y_w(x_p)$ の総和を最小にすることである。また, 制約条件は式(12)を書き換えたものである。制約条件は, 区間係数 A_i の幅 a_{iw} に関する非負条件である。

以上, 区間回帰分析では, このような現象のあいまいさを一定の区間関係として捉える所に特徴がある。そして, 消費者行動の反応を把握するため利用する需要の弾力性の計測にも使用可能な手法として有効であると考えられる [5]。

モデルの設定とデータ

まず, 生鮮肉の消費構造の変化をみる意味で, 家計収入と畜産物の価格及び消費量の変化をとりまとめると第 1 表のようである。牛肉の消費量は 1970 年以後, 全体的に増加してきている傾向を確認できる一方, 豚肉の消費は 1980 年を境に増加から減少に転じている傾向を見



第1図 生鮮肉の価格と需要量の変化

- 注 1) 単位数量は 100g 当たり, 価格は円(1990年基準)である。
 2) 都市勤労者世帯の家計(人口5万人以上都市の平均)
 3) 資料出典: 総務庁統計局『家計調査年報』。

られる。さらに、牛肉の価格や豚肉の価格はともに増加する傾向を見せている。豚肉の消費量は40年前と比べると1956年は4.02kg, 1995年には161.2kgとなり約4倍の増加をしたことに対して、牛肉は40年前と比べると1956年には9.06kg, 1995年には12.3kgと約1.4倍の増加を示したにすぎない。そして、豚肉の消費量と価格はほぼ同じ水準の伸びを示しているが、牛肉の消費量と価格の伸びには大きな相異を確認することができる。収入も40年間約19倍の増加をしてきた。生鮮肉の価格、需要量、価格及び収入の変化は第1図に示している。次に、このような生鮮肉の消費者の経済環境の変化を参考に豚肉の弾力性の計測を行うこととする。

この分析では、説明変数として牛肉の価格、消費者の所得、豚肉の価格を用い、豚肉の消費量を従属変数とする。そして、説明変数は独立で、しかも従属変数によって有意な影響を受けないという単一方程式接近方法を利用する。

まず、単一方程式接近によるモデルは次のように設定することにする。

$$\text{Log } Q_p = b_0 + b_1 \text{Log } P_p + b_2 \text{Log } P_b + b_3 \text{Log } I$$

これらの変数の内容は、

Q_p : 豚肉の1人当たり年間消費量(100g/人)。

P_p : 豚肉の価格(円/100g)。

P_b : 牛肉の価格(円/100g)。

I : 1人当たり月間所得(万円/人)を示す。

所得、価格などの価値額変量は1990年基準消費者物価(総合)、計測期間は、データ期間である1956年から1995年までの40年間であり、データは総務庁統計局の『家計調査年報』である。

通常の多重線形回帰モデルによる豚肉の需要関数の計測

まず、40年間の需要構造の変化を入出力データに利用し通常の重線形回帰モデルによる豚肉の需要関数を、通常の最小2乗法を適用して推計する。推計結果は第2表に示している。

すなわち、豚肉の需要関数の推計式は次のようになる。

$$\text{Log } Q_p = 0.8569 - 0.6373 \text{Log } P_p + 1.9589 \text{Log } P_b + 0.1295 \text{Log } I$$

(2.9345) (7.9394) (7.7286)
 ** **** ****

(括弧内値はt-検定値である)

(**,****印はそれぞれ2.5%,0.5%範囲で有意を示す)

自由度修済み正決定係数 $R^2 = 0.9690$

第2表 最小2乗法による豚肉の需要関数の計測

変数	回帰係数	標準誤差	t-検定値
b_0	0.8569	0.5682	1.5028
Log P_r	-0.6373	0.2172	2.9345
Log P_s	1.9589	0.2467	7.9394
Log I	0.1295	0.1777	7.7286

自由度修正済み決定係数 $R^2 = 0.9690$ D.W. = 1.3

全体的に符号条件、決定係数、t値をみると、豚肉に対する消費者の需要反応は、所得と牛肉の価格に対しては正の関係を示している。また、豚肉の価格に対しては負の関係を示し、通常、所得の増大に伴って一般的な消費財の消費も拡大することから所得に関する係数の符号は正であり通常の認識と一致する。そして、牛肉価格の弾力性値は1.9589の水準を示し、経済環境の変化による影響を受け、牛肉の強い代替財としての豚肉の役割を果たしていると考えられる。これは澤田・澤田 [13] による豚肉と牛肉の強い代替財関係を示していることと類似な傾向をみせているが、近年(1975年以降)に入って豚肉に対する牛肉の代替財の役割が薄くなっているとする考え方とやや異なる傾向を見せている。この分析では牛肉の価格の変化が豚肉の需要量に最も強く影響していることが指摘されている。

そして、所得の変化に対する豚肉の需要量の反応は低い水準を示している。この結果は坂和等の推計結果と同じ傾向である。最近、牛肉も通常一般的に認識されている「より大きい」高級財”としてまたは、”成長財”として認識とやや異なり、財特性としては”普通財”または”一般財”として位置づけされる傾向を示していると考えるとともに豚肉も牛肉に比べて財の特性が普通財であることを示したものである [3]。すなわち、豚肉の所得弾力性は0.1295の水準であり、しかしこの結果は、最近年次はともかく、1950年代の日本の経済の発展段階における消費構造を想定すると理解に苦しむ、一般的に当時は、肉類は全般的に所得弾力性は大きく、高級消費財としての認識が強かったものと考えられるが、所得の増加に伴って牛肉は徐々に増加の傾向をみせているのに対し、豚肉の需要は減少しており、50年代の消費構造と最近年次の消費構造は異質なものになっており、所得、または価格の変化による消費の影響力が同じものとはいえず難しくなって、新たな消費構造への変化を表す可能性も十分存在するものと考えられるものである。すなわち、

長期間の年次の変化に伴って、消費生活の慣習の変化や消費者の意識変化が起こり、個別消費者の消費行動の変化が生じているものと考えなければならない。

区間回帰分析による計測

次は豚肉の需要分析に区間回帰線形モデルを適用して推計する。推計モデルは次のように設定する。ただし、第(9)式の従属変数 Y については対数変換したものとす

$$\text{Log } Y = \langle a_{0c}, a_{0w} \rangle + \langle a_{1c}, a_{1w} \rangle \text{Log } X_1 + \langle a_{2c}, a_{2w} \rangle \text{Log } X_2 + \langle a_{3c}, a_{3w} \rangle \text{Log } X_3$$

単一方程式接近方法による推計のモデルでは、説明変数として、

X_1 : 豚肉の価格 (円/100g)。

X_2 : 牛肉の価格 (円/100g)。

X_3 : 1人当たり月間所得 (万円/人)。

を取り上げ、豚肉の需要関数

Y : 豚肉の1人当たり年間消費量 (100g/人)。

を説明することにする。豚肉需要の区間回帰分析による計測の結果は第3表に示している。

第3表 区間線形分析モデルによる回帰分析

目的値: -7.250			
	プロセス	稼働水準	潜在利益
中心値 (ac)	定数	0	
	豚肉価格	0.276	0.500
	牛肉価格	0	-
	収入	0.596	-

幅 (aw)	定数	0.128	-
	豚肉価格	0.276	-
	牛肉価格	0.043	2.400
	収入	0	3.400

かくして、既述の区間線形回帰モデルによる推計結果を数式にすると次のようになる。

$$\text{Log } Y = \langle 0, 0.128 \rangle + \langle -0.276, 0.276 \rangle \text{Log } X_1 + \langle 0, 0.043 \rangle \text{Log } X_2 + \langle 0.596, 0 \rangle \text{Log } X_3$$

ここで、カッコ内の左側の値は中心値(弾力性)を、右側の値は広がりのパラメータ(幅)を表す。次いで第1表のデータから計算される入出力データに対する区間

線形回帰モデルによる豚肉の需要関数の結果をみる。まず、豚肉の需要量の反応は通常の回帰分析と同じように所得に対しては正の関係を、豚肉の価格に対しては負の関係を、そして、代替財と考えられる牛肉の価格に対する係数が正であり、一般的な認識と一致し、常識に矛盾しない結果が得られている。

また、区間線形回帰モデルの回帰係数の中心値が通常の線形モデルの回帰係数よりも豚肉の価格と牛肉の価格に対しては絶対値が小さくなっている反面、収入に対しては大きくなっている。それは、豚肉の需要量に対する豚肉の価格の感度がパラメータの広がりによって吸収されているためと考えられる。ここでの豚肉の価格は豚肉の需要量に影響を与えるが、その影響は小さいと言える。そして、豚肉と牛肉の価格に対する区間回帰係数の中心値の絶対値もやや大きくなり、他のパラメータやそれ以外の要因により、牛肉の需要量に影響を与えていることが理解される。また、豚肉の需要量の変化は、通常の回帰モデルでは牛肉の価格が最も大きな影響力を持ち、区間回帰モデルによる推計では所得が最も大きく影響するといえるが、所得や豚肉の価格の変化に対しても少なからず影響される。その傾向は牛肉の単一方程式接近方法による区間回帰分析による計測でも同様な傾向を示している〔注1〕。さらに、その他の要因（牛肉の輸入自由化による安い外国産の牛肉の市場進出や時期・地域による好みや衛生問題など）による影響もより大きくなるものと考えられる。

さらに、感度分析による感度値は、最適解が得られたときこの問題の技術係数や利益係数あるいは制約量が変化したり、新しいプロセスや制約式が追加されると、前に得られた最適解がどのような影響を受けるかを分析できるものであるが、その感度分析の結果、所得に対して一番敏感に反応をされると考えられるが、幅の広い他の要因も少なからず影響を与える、全体的な影響は小さく吸収されるものと考えられる。すなわち、区間線形モデルにおいて、 A_1, A_2, A_3 の広がりパラメータはそれぞれ収入には0を、豚肉の価格と牛肉の価格に対しては実数の値となっているが、これは、収入には直接的な影響を与えると考えられるが、豚肉価格牛肉の価格に対してはある種のあいまいさを持つ豚肉の需要に間接的な影響を及ぼすものと考えられる。また、豚肉の需要量に影響を与えると思われる要因に対する弾力性の変化は、変数各々の影響よりも、牛肉の価格、豚肉の価格、豚肉の需要量、牛肉の需要量、所得などの説明変数と従属変数の間に相互依存関係が存在すると考えられる。また、年次の経過に伴って、所得や価格の直接的な影響の強さが小さくなったと言える。すなわち、消費者の牛肉の需要量の反応

は経済成長に伴う社会環境の変化や飲食習慣の変化など、所得や牛肉の価格の変化に十分対応できる消費構造になったと考えられるものである。

以上、豚肉の需要量と豚肉の実質価格、所得の関係が、現実には単純な線形関係で表現することが困難であって、これ以外のシステムの他の複雑な要因との関わりの中で間接的な影響を与えあっていることを意味しているものと思われる。

要 約

弾力性の計測に際しては従来推計期間中固定型のコブ＝ダグラス型関数形による適用が一般的であったが、近年ではのフレキシブルな弾力性等さまざまな方法が研究されている。そうした中で本稿では、推計値に幅の概念を取り入れた区間線形回帰モデルを用いて、豚肉需要に関する所得、豚肉及び牛肉の価格に対する弾力性の計測を行った。通常の回帰分析の計測による豚肉需要関数の所得弾力性は0.1295水準を、価格弾力性は-0.6373水準を、代替財である牛肉の価格に対しては1.9589の水準を示し、豚肉の価格による消費反応が最も大きいものであることを確認した。通常と考えられている弾力性の値に対し、牛肉の価格は高い水準を示し、豚肉の代替財としての性格をみせ、所得や豚肉の価格に対しては相対的に低い水準を示し、その結果、所得等の影響より消費者の好みや安い輸入肉の流通によって豚肉の需要量は強い影響力を受けるものと思われる。

また、区間回帰分析による推計結果でも、所得弾力性、自己価格弾力性、及び代替財の価格弾力性とも全係数の中心値(区間幅の中間値)が通常の回帰分析に比較して同じ傾向を示すことを確認した。

さらに、生鮮肉の需要に影響を与えると思われる要因に対する弾力性の変化は、年次経過に伴って、所得や価格に対する直接的な影響力が小さくなり、以後も小さくなる傾向を示し、幅も小さくなるものと考えられる。

注1. 区間回帰分析による牛肉需要の弾力性計測によると次のような結果を示した。まず、普通の回帰分析による計測結果は次のようになり、

$$\text{Log}Q_t = -0.2558 + 0.5087\text{Log } P_t - 1.4963\text{Log } P_t + 0.9369\text{Log } I_t$$

(2.0351) (6.2067) (9.5139)
** **** ****

(括弧内値はt検定値を示す)

(**,****印はそれぞれ2.5%範囲,0.5%範囲で有意を示す)

自由度修正済み決定係数 $R^2 = 0.7627$

区間回帰分析による弾力性の計測の結果は次のようになった。

$$\text{Log } Y = \langle 1.600, 0.1290 \rangle + \langle 0, 0.0286 \rangle \text{Log } X_1 + \langle -0.750, 0.0929 \rangle \text{Log } X_2 + \langle 0.714, 0 \rangle \text{Log } X_3$$

ここで、

X_1 : 豚肉の価格 (円/100g)。

X_2 : 牛肉の価格 (円/100g)。

X_3 : 1人当たり月間所得 (万円/人)。

Y : 牛肉の1人当たり年間消費量 (100g/人)。である。

また、所得、価格などの価値額変量は1990年基準消費者物価(総合)指数によるデフレート済みのものである。ただし、計測期間は、データ期間である1956年から1995年までの40年間であり、データは総務庁統計局の『家計調査年報』を使用した(1998年農業経済学会報告論文より)。

参考文献

- 1) 浅野真・土方一彦・小山健：ファジー可能性回帰分析のファジー係数の幅について、日本ファジー学会誌, 9: 395-401 (1997)
- 2) Deaton, A.S. and Muellbauer, J.: An Almost Ideal Demand System. *Ameri. Eco. Rev.* 70: 312-326 (1980)
- 3) 笠原浩三：コブ=ダグラス需要関数における弾力性の趨勢効果について、鳥大農研報, 47: 115-123 (1994)
- 4) 笠原浩三・宋鎮祐・仙北谷康：ファジー多元利得表によるトマト複合経営の出荷計画、農林業問題研究別冊 5: 115-120 (1997)
- 5) 金相旭・笠原浩三・仙北谷康：同時方程式体系による弾力性の趨勢効果について、鳥大農研報, 50: 67-74 (1997)
- 6) 門間敏幸：牛肉の需要供給と市場対応、明文書房, (1984), pp. 62-65
- 7) Mori, H. and Lin, B.H.: Japanese Demand for Beef by Class: Result of the Almost Ideal Demand System Estimation and Implications for Trade Liberalization, *農業経済研究*, 61 (4) (1990) pp. 195-203
- 8) 日本ファジー学会：講座ファジー 6 ファジー OR, 日刊工業新聞社, (1993), pp. 141-185
- 9) 坂和正敏：ファジー理論の基礎と応用, 森北出版株式会社, (1989), pp. 94-97
- 10) 坂和正敏：多目的ファジー線形回帰分析とその応用, *電子情報通信学会論文誌*, 5: 778-785 (1989)
- 11) Sasaki, K.: The Structure of Food Demand in Japan: An Application of the Rotterdam System, *Agribusiness*, 9: 425-439 (1993)
- 12) 澤田裕：肉類需要における代替関係の計測—ロツテルダム・モデルによる接近, *農業経済研究*, 52 (3) (1980) pp. 101-109
- 13) 澤田裕・澤田学：家計生鮮需要の構造変化に関する需要体系分析, 森島賢編, *農業構造の計量分析*, 富民協会, (1994), pp. 309-324
- 14) 宋鎮祐・笠原浩三・金山紀久：畑肉複合経営における可能性分布をもつファジー線形計画分析, *日本ファジー学会誌*, 8: 734-742 (1996)
- 15) 田中英夫：可能性回帰分析, *日本ファジー学会誌*, 5: 1260-1272 (1993)
- 16) Zadeh, L.A.: Fuzzy sets Information and Control, *fuzzy set and control*, 8: 338-353 (1965)